

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
25. Mai 2001 (25.05.2001)

PCT

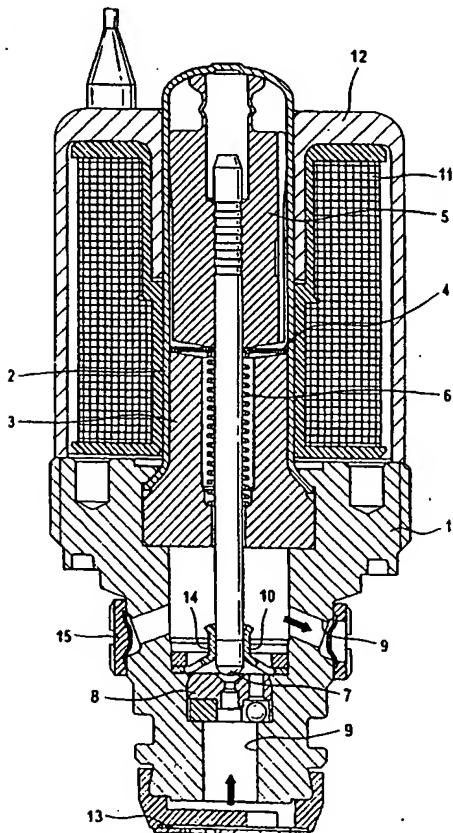
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/36243 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: B60T 8/36, 199 58 823.6 7. Dezember 1999 (07.12.1999) DE  
F16K 31/06, H01F 7/16 100 16 599.0 4. April 2000 (04.04.2000) DE
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/11178 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG [DE/DE]; Guerickestrasse 7, 60488 Frankfurt (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 11. November 2000 (11.11.2000) (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GOOSSENS, Andre, F., L. [BE/BE]; Slijkenhoefstraat 11, B-2840 Rumst (BE). VAN HIMME, Luc [BE/BE]; Oosteinde 13, B-9080 Zafelare (BE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 199 54 951.6 16. November 1999 (16.11.1999) DE (74) Gemeinsamer Vertreter: CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG; Guerickestrasse 7, 60488 Frankfurt (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTROMAGNET VALVE

(54) Bezeichnung: ELEKTROMAGNETVENTIL



(57) Abstract: The invention relates to an electromagnet valve comprising a valve housing (1). A valve closing member (8) is moveably guided in said housing. The inventive valve also comprises an armature (5) that is arranged on the valve closing member (8) and performs a lifting movement in the direction towards a magnet core (3) according to the electromagnetic excitation of a valve coil (11) which is arranged on the valve housing (1). The magnet core (3) is arranged in the valve housing (1). The inventive valve further comprises a spring (6) that, in the electromagnetic non-excited valve position, positions the armature (5) at a defined axial distance (x) from the magnet core (3) in such a way that the armature (5) is separated from the magnet core (3) by a gap. In addition to the spring (6), a spring element (4) acts upon the armature (5). Said element is provided with a non-linear, preferably progressive, characteristic curve, whereby the spring element (4) counteracts the magnetic force (FM).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Elektromagnetventil, mit einem Ventilgehäuse (1), in dem ein Ventilschließglied (8) beweglich geführt ist, mit einem an Ventilschließglied (8) angebrachten Magnetanker (5), der in Abhängigkeit von der elektromagnetischen Erregung einer am Ventilgehäuse (1) angebrachten Ventilschleife (11) eine Hubbewegung in Richtung eines im Ventilgehäuse (1) angeordneten Magnetkerns (3) vollzieht sowie mit einer Feder (6), die in der elektromagnetisch nicht erregten Ventilstellung den Magnetanker (5) in einem definierten Axialabstand (x) vom Magnetkern (3) positioniert, so dass der Magnetanker (5) vom Magnetkern (3) durch einen Zwischenraum getrennt ist. Zusätzlich zur Feder (6) wirkt ein Federelement (4) auf den Magnetanker (5) ein, das einen nicht linearen, vorzugsweise progressiven Kennlinienverlauf aufweist, wobei das Federelement (4) der Magnetkraft (FM) entgegenwirkt.

WO 01/36243 A1



(81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, KR, US.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

— Mit internationalem Recherchenbericht.

- 1 -

**Elektromagnetventil**

Die Erfindung betrifft ein Elektromagnetventil nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Aus der DE 197 00 980 A1 ist bereits ein Elektromagnetventil der gattungsbildenden Art bekannt geworden, das infolge des gewählten einfachen Aufbaus ausschließlich die Funktion eines bistabil schaltenden Zweistellungsventils erfüllen kann.

Es sind aber auch bereits proportionalisierte Elektromagnetventile bekannt, die allerdings einen beträchtlichen regelungstechnischen als auch konstruktiven Aufwand erfordern. Ein Elektromagnetventil dieser Bauart wird in der DE 196 538 95 A1 beschrieben.

Daher ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein bistabil schaltendes Elektromagnetventil der gattungsbildenden Art unter Beibehaltung eines möglichst einfachen Aufbaus derart zu verbessern, dass dieses auch zur Volumenstromregelung als Analogventil bzw. Proportionalventil betrieben werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß für ein Elektromagnetventil der angegebenen Art mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der

- 2 -

Erfindung werden im nachfolgenden anhand mehrerer Zeichnungen erläutert.

Es zeigen

- Fig. 1     einen Längsschnitt durch ein in der Grundstellung stromlos geschlossenes Elektromagnetventil gemäß dem Stand der Technik,
- Fig. 1a    einen Kennlinienverlauf für das Elektromagnetventil nach Fig. 1,
- Fig. 2     ein modifizierter Kennlinienverlauf nach Aufnahme von erfindungswesentlichen Merkmalen im Elektromagnetventil nach Fig. 1,
- Fig. 2a    eine Vergrößerung der erfindungswesentlichen Einzelheiten für die Verwendung im Elektromagnetventil nach Figur 1,
- Fig. 2b    eine alternative Ausführung der in Fig. 2a gezeigten, erfindungswesentlichen Merkmale, die im Elektromagnetventil nach Figur 1 einfach verwirklicht werden können,
- Fig. 3     einen Längsschnitt durch ein in Grundstellung stromlos geöffnetes Elektromagnetventil,
- Fig. 3a    einen Kennlinienverlauf für das Elektromagnetventil nach Fig. 3.

Die Fig. 1 zeigt ein in Grundstellung stromlos geschlossenes Elektromagnetventil gemäß dem Stand der Technik, dessen Ven-

- 3 -

tilgehäuse 1 beispielhaft in Patronenbauweise ausgeführt ist. Das Oberteil des Ventilgehäuses 1 ist als dünnwandige Ventilhülse 2 gestaltet, in deren domförmig geschlossenem Bereich ein zylinderförmiger Magnetkern 3 befestigt ist. Unterhalb des Magnetkerns 3 befindet sich der kolbenförmige Magnetanker 5. Der Magnetkern 3 nimmt innerhalb einer Stufenbohrung eine an sich bekannte Feder 6 mit linearem Kennlinienverlauf auf, die sich als Schraubendruckfeder mit ihrem einen Windungsende auf die Stirnfläche des Magnetankers 5 erstreckt. Der Magnetanker 5 ist folglich unter der Wirkung der Feder 6 mit dem stoßelförmigen Ventilschließglied 7 gegen einen Ventilsitz 8 im Ventilgehäuse 1 gepresst, wodurch ein das Ventilgehäuse 1 in Horizontal- und Vertikalrichtung durchdringender Druckmittelkanal 9 in der abbildungsgemäßen Ventilgrundstellung unterbrochen ist. Das stoßelförmige Ventilschließglied 7 ist vorzugsweise mittels einer Presspassung im Magnetanker 5 fixiert und an seinem dem Ventilsitz 8 zugewandten Endabschnitt 8 in einer Führungshülse 10 zentriert, die konzentrisch zum Ventilsitz 8 im Ventilgehäuse 1 fixiert ist.

Durch eine auf dem Ventilgehäuse 1 angebrachte Ventilspule 11 und einen die Ventilspule 11 teilweise umschließenden Jochring 12 lässt sich durch eine Erregung der Ventilspule 11 der Magnetkreis schließen und der Magnetanker 5 in Richtung auf den Magnetkern 3 bewegen.

Damit ist zunächst die Wirkungsweise eines aus dem Stand der Technik bekannten stromlos geschlossenen Elektromagnetventils beschrieben. Bei diesem Elektromagnetventil muss die Vorspannung der Feder 6 dem maximalen hydraulischen Eingangsdruck im Druckmittelkanal 9 entsprechen, da der Eingangsdruck in der Bohrung des Ventilsitzes 8 das Ventil-

- 4 -

schließglied 7 beaufschlagt. Ein solches Ventil verhält sich bistabil, d.h. es ist entweder geschlossen oder geöffnet. Eine Zwischenposition ist nicht möglich. Dies wird aus dem nachfolgenden Kennlinienverlauf in Fig. 1a deutlich.

In dem Diagramm nach Fig. 1a ist eine hyperbelförmige Kurvenschar für verschiedene Magnetkraftkennlinien  $FM$  mit jeweils konstantem Ventilspulenstrom  $I$  als Funktion des Ventilhubes  $s$  aufgetragen. Ferner ist eine Stößelkraftkurvenschar  $F_s$  mit jeweils konstantem Druck  $p$  als Funktion des Ventilhubes  $s$  aufgetragen. Der Verlauf dieser Stößelkraftkurvenschar  $F_s$  ist durch die Gestaltung des Ventilsitzes 8 und einer bei Elektromagnetventilen üblichen Blendenanordnung, die sich in Serie zum Ventilsitz 8 befindet, vorgegeben und demnach nur durch konstruktive Veränderungen im Bereich des Ventilsitzes 8 als auch im Bereich des Ventilschließgliedes 7 beeinflussbar. Entsprechend der gewählten Darstellung sind die Kräfte  $FM$ ,  $F_s$  als auch die hydraulischen Drücke  $p$  entlang der Ordinate sowie der Ventilhub  $s$  entlang der Abszisse dargestellt. Zu beachten ist hierbei, dass gemäß der gewählten Darstellung der hydraulische Druck  $p$  in Richtung des Schnittpunktes der Ordinate mit der Abszisse zunehmend ist, so dass in der Ventilschließstellung der maximale Druck  $p$  dem Ventileingangsdruck im Druckmittelkanal 9 entspricht. Weitere Schnittpunkte ergeben sich zwischen den nahezu linearen Druckkurven  $p$  und Kennlinien des Ventilspulenstrom  $I$  in der Ventilschließstellung (Ventilhub  $s = 0$ ).

Aus dem Diagramm nach Fig. 1a ist ersichtlich, dass im Arbeitsbereich des Magnetankers 5 infolge der Hyperbelfunktion der Stromkennlinien mit zunehmendem Ventilspulenstrom  $I$  jeweils ein Überschuss der Magnetkraft  $FM$  gegenüber der aus

- 5 -

dem Druck  $p$  resultierenden Druckkraft wirksam ist, wenn das Ventilschließglied 7 vom Ventil Sitz 8 abhebt, da infolge der auf den Magnetkern 3 gerichteten Magnetankerbewegung sich der Luftspalt zwischen Magnetkern 3 und Magnetanker 5 verkleinert. Der Magnetkraftüberschuss bewegt den Magnetanker 5 zwangsläufig sehr rasch in die voll geöffnete Ventilposition (Ventilhub  $s = \text{Max.}$ ). Folglich ist die gewünschte Zwischenposition infolge des Magnetkraftüberschusses für das eingangs beschriebene Elektromagnetventil nach Fig. 1 nicht möglich. Der Magnetkraftüberschuss  $FM$  ist im Diagramm nach Fig. 1a jeweils sehr anschaulich durch die Divergenz der Druckkennlinie  $p$  zur Kennlinie des Ventilspulenstroms  $I$  in Abhängigkeit des Ventilhubes  $s$  verdeutlicht.

Erst durch die erfindungsgemäße Anordnung eines Federelementes 4 im Elektromagnetventil nach Figur 1, vorzugsweise im Luftspalt zwischen dem Magnetanker 5 und dem Magnetkern 3, wird die Magnetkraft  $FM$  virtuell geschwächt, wozu die Charakteristik des Federelementes 4 derart ausgelegt ist, dass die resultierende Magnetkraft  $FM$  bei Annäherung des Magnetankers 5 an den Magnetkern 3 und damit scheinbar mit zunehmendem Ventilhub  $s$  im Ventilöffnungssinn schneller abnimmt als die aus dem hydraulischen Druck  $p$  am Ventilschließglied 7 resultierende Stößelkraft  $FS$ , die im wesentlichen durch die hydraulische Beaufschlagung des Stößels festgelegt ist. Hierdurch kann entweder mittels geeigneter elektrischer Stromregelung in der Ventilspule 11 bei jeweils konstantem Druck  $p$  oder aber durch Regelung des Drucks  $p$  bei jeweils konstantem Ventilspulenstrom  $I$  erfindungsgemäß jede beliebige Ventilhubposition zwischen den bistabilen Grenzlagen ( $s = 0$ ,  $s = \text{Max.}$ ) eingesteuert werden. Man hat damit die Möglichkeit, das Elektromagnetventil nicht nur als 2-Wegeventil, sondern auch im Analogbetrieb als Volumenstromregelventil zu

betreiben.

Diese mit der Erfindung angestrebte Ventileigenschaft ist abweichend vom Diagramm nach Fig. 1a nunmehr im Diagramm nach Fig. 2 dargestellt, das sich dahingehend von Fig. 1a unterscheidet, daß die Kennlinien für die jeweils angenommenen Ventilspulenströme  $I_1$  bis  $I_4$  zu Beginn der Ventilöffnung ( $s > 0$ ), d.h., wenn sich der Magnetanker 5 zum Magnetkern 3 bewegt, nicht mehr entsprechend der ursprünglichen Hyperbelfunktion ansteigen, sondern infolge der Kraftwirkung  $F_f$  des Federelementes 4 degressiv im Bereich des aktiven Ventilhubs  $s$  verlaufen.

Die nachfolgenden Ausführungsbeispiele gemäß den Fig. 2a und 2b veranschaulichen die Erfindung anhand der gezeigten konstruktiven Einzelmerkmale für ein in Grundstellung nicht erregtes, geschlossenes Elektromagnetventil, basierend auf dem ursprünglichen Aufbau des Ventils nach Fig. 1.

Die Fig. 2a zeigt eine vergrößerte, teilweise Darstellung des Magnetkerns 3 und des Magnetankers 5 mit den entsprechenden konstruktiven Veränderungen gegenüber dem Elektromagnetventil nach Fig. 1. Im einzelnen lässt sich unter Berücksichtigung der Erläuterungen zu Fig. 1 nunmehr aus der Fig. 2a die elektromagnetisch nicht erregte, geschlossene Ventilschaltstellung deutlich erkennen, in der das tellerförmige Federelement 4 mit seinem Außenrand an der geraden, horizontal verlaufenden Magnetkernstirnfläche anliegt, während der Innenrand des Federelementes 4 im Bereich der die Feder 6 aufweisenden Öffnung sich an der geraden, horizontal verlaufenden Stirnfläche des Magnetankers 5 abstützt. Der zwischen den parallelen Stirnflächen des Magnetankers 5 und des Magnetkerns 3 bestehende Axialabstand entspricht so-



- 7 -

mit nach Berücksichtigung der Dicke des Federelementes 4 dem maximalen Magnetankerhub  $X$ . Das Federelement 4 besteht vorzugsweise aus einem den Magnetfluss leitenden Material, um den effektiven Arbeitsluftspalt nicht unnötig zu vergrößern, so dass vorteilhafterweise auch keine Abschwächung der Magnetkraft eintritt. Bei elektromagnetischer Erregung wird das Federelement 4 elastisch zusammengepreßt und vollflächig an den geraden Stirnflächen des Magnetkerns 3 und des Magnetankers 5 angelegt. Infolge einer der Bewegung des Magnetankers 5 entgegen gerichteten Federkraft  $F_f$  des Federelementes 4 kann überdies der Magnetanker 5 abgebremst werden, bevor er das Federelement 4 vollflächig gegen die Stirnfläche des Magnetkerns 3 drückt, so dass sich u.a. auch bei Bedarf das Schaltgeräusch des Elektromagneten vermindern lässt.

Durch die Vorspannkraft des Federelementes 4 wird überdies nach Abschluss der elektromagnetischen Erregung eine mögliche schnelle Rückstellung des Magnetankers 5 aus der Endlage am Magnetkern 3 bewirkt, da durch die Rückstell Tendenz des Federelementes 4 das durch Remanenz normalerweise hervorgerufene sog. Magnetanker kleben am Magnetkern unterbrochen wird.

In der Fig. 2b ist das Federelement 4 aus herstelltechnischen Gründen vereinfacht als ebene Platte bzw. Scheibe ausgeführt, die zwischen den schrägen Stirnflächen des Magnetankers 5 und des Magnetkerns 3 eingespannt ist. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Stirnfläche des Magnetkerns 3 in Richtung des Federelementes 4 konkav bzw. trichterförmig erweitert, während die Stirnfläche des Magnetankers 5 unter dem gleichen Neigungswinkel wie am Magnetkern 3 konisch züläuft und damit konvex ist. Ein Vertauschen der Stirnflächengeometrie ist denkbar. Hierdurch ergibt sich gleichfalls die von einer Tellerfeder bereits bekannte und

- 8 -

für die Erfindung vorteilhafte progressive Federkennlinie für das ebene, plattenförmige Federelement 4. In der linken Bildhälfte befindet sich der Magnetanker 5 in nicht erregter Stellung. Die rechte Bildhälfte veranschaulicht die vollflächige Anlage und maximale Vorspannung des Federelementes 4 in der elektromagnetisch erregten Schaltstellung des Magnetankers 5.

Damit ausgehend von dem Elektromagnetventil nach Figur 1 unter Anwendung der in Fig. 2a, 2b beschriebenen Merkmale das in Grundstellung geschlossene Elektromagnetventil mit den Merkmalen nach Fig. 2a, 2b einwandfrei funktionieren kann, erfolgt die Zuströmung und damit die Druckbeaufschlagung des Ventilschließgliedes 7 abweichend von der Darstellung nach Figur 1 von unten, d.h. stromaufwärts des Ventilschließgliedes 7 über den den vertikalen Druckmittelkanal 9 abdeckenden Plattenfilter 13 in Richtung auf die Stirnfläche des Ventilschließgliedes 7 und damit über den freigebbaren Ringquerschnitt und über die in der Führungshülse 10 gelegenen Durchgangsöffnungen in Richtung der das Ventilgehäuse 1 durchquerenden Druckmittelkanäle 9.

Abweichend von den Darstellungen in den vorangegangenen Figuren ist in der Fig. 3 eine Anwendung des Erfindungsgegenstandes für ein elektromagnetisch nicht erregtes, in Grundstellung geöffnetes Elektromagnetventil gezeigt. Abweichend von dem bereits bekannten Ventilaufbau gemäß Figur 1 befindet sich nunmehr der als Hohlzylinder ausgeführte Magnetkern 3 im unteren Endabschnitt der Ventilhülse 2 eingesetzt, die mit dem Magnetkern 3 im Patronenabschnitt des Ventilgehäuses 1 befestigt ist. Der stoßelförmige Abschnitt des Ventilschließgliedes 7 erstreckt sich folglich durch den Magnetkern 3 in Richtung des geschlossenen Bereichs der Ventilhül-

- 9 -

se 2 bis in den Magnetanker 5, dessen Stirnfläche nunmehr in Richtung auf das beispielhaft gezeigte paar ebene Federelemente 4 konvex geformt ist, während die unter den Federelementen 4 befindliche Stirnfläche des Magnetkerns 3 eine konkave Form aufweist. Eine in der Durchgangsbohrung des Magnetkerns 3 angeordnete Feder 6 mit linearer Kennlinie erstreckt sich durch die Öffnung des Federelementes 4 und hält den Magnetanker 5 in der elektromagnetisch nicht erregten Grundstellung auf Anschlag am Ventildom, so daß das Ventilschließglied 7 einen ungehinderten Druckmitteldurchgang über den Druckmittelkanal 9 herstellt. In dieser Ventilstellung liegen die zu einem Federpaket zusammengefaßten Federelemente 4 leicht vorgespannt an der erhabenen Außenkante der Magnetkernstirnfläche und an der erhabenen Innenkante des Magnetankers 5 an. Wie bereits erwähnt, kann das Federelement 4 aus der Hintereinanderreihung mehrerer einzelner Federscheiben bestehen, die in der elektromagnetisch erregten Ventilschließstellung nur annähernd vollflächig zwischen den Stirnflächen des Magnetankers 5 und dem Magnetkern 3 elastisch zusammengepreßt sind. Bei einem stromlos offenen Elektromagnetventil muss nämlich sichergestellt sein, dass das Ventilschließglied 7 den Ventilsitz 8 in der erregten Magnetankerstellung absolut dicht verschließt, weshalb ein minimaler, vom Magnetanker 5 überbrückbarer Restluftspalt im Bereich des gedrückten Federelementes 4 verbleiben muss. Damit unter Anwendung der erfindungsgemäßen Merkmale das Elektromagnetventil einwandfrei funktionieren kann, erfolgt die Zuströmung und damit die Druckbeaufschlagung des Ventilschließgliedes 7 abbildungsgemäß von unten, d.h. stromaufwärts des Ventilschließgliedes 7 über den den vertikalen Druckmittelkanal 9 abdeckenden Plattenfilter 13 in Richtung auf die Stirnfläche des geöffneten Ventilschließgliedes 7 und damit über den freigegebenen Ringquerschnitt und über

die in dem Stoßelzentrierkörper 14 gelegenen Durchgangsöffnungen in Richtung der das Ventilgehäuse 1 durchquerenden Druckmittelkanäle 9. Die Abströmung erfolgt somit über einen die quer verlaufenden Druckmittelkanäle 9 abdeckenden Ringfilter 15.

Das für das stromlos offene Elektromagnetventil nach Fig. 3 nunmehr in Fig. 3a abgebildete Diagramm unterscheidet sich lediglich von dem Diagramm nach Fig. 2 durch den Vertausch der Ventilhubgrenzlinien entlang der Abszisse für die jeweils offene und geschlossene Ventilschaltstellung. Die anhand der Fig. 2, 2a und 2b erläuterten Wirkungsweise der Erfindung unterscheidet sich somit in ihren wesentlichen Merkmalen nicht von der beispielhaft gewählten Darstellung in den Fig. 3 und 3a, so dass zur Erläuterung des Diagramms nach Fig. 3a auf die grundlegende Beschreibung der Diagramme nach Fig. 1a und 2 verwiesen werden kann.

Zusammenfassend lässt sich nunmehr für die beschriebenen Beispiele ausführen, dass als wesentliche Merkmale der Erfindung die Verwendung des plattenförmigen, relativ steifen, vorzugsweise den Magnetfluss leitenden Federelements 4 zu beachten ist, das im zunächst nicht erregten Zustand des Magnetankers 5 nur leicht vorgespannt zwischen dem Magnetkern 3 und dem Magnetanker 5 ruht und das mit zunehmenden Ventilhub vom Magnetanker 5 elastisch an die Kontur des Magnetkerns 3 gepreßt wird.. Da das vorzugsweise ferritische Federelement 4 für den Magnetkreis kein Hindernis darstellt, wenn das Federelement 4 in der elektromagnetisch erregten Endlage des Magnetankers 5 nahezu vollflächig am Magnetkern 3 anliegt, entspricht quasi der Arbeitshub X gleich dem vom Magnetanker 5 zu überbrückenden Luftspalt, d.h. es existiert nunmehr kein aus dem Stand der Technik bekannter, den Ma-

- 11 -

gnetkreis schwächender Restluftspalt. Gleichzeitig übt das Federelement 4 infolge seiner elastischen Vorspannung nach Abschluss der elektromagnetischen Erregung eine Rückstellkraft auf den Magnetanker 5 aus, die dem Restmagnetismus entgegen wirkt und somit das unerwünschte Magnetankerkleben unterbindet.

Durch die Überlagerung der progressiven Kennlinie des Federelements 4 mit der linear verlaufenden Kennlinie der Feder 6 ergibt sich die Voraussetzung für einen regelungstechnisch einfachen Betrieb eines ursprünglich bistabilen Elektromagnetventils als Volumenstrom-Regelventil.

Das Federelement 4 kann prinzipiell auch außerhalb des zwischen dem Magnetanker 5 und dem Magnetkern 3 gelegenen Luftspalts mit dem Magnetanker 5 zusammenwirken. Es bedingt allerdings einen erhöhten Bauaufwand, der nicht Gegenstand der Erfindung ist.

## Bezugszeichenliste

1	Ventilgehäuse
2	Ventilhülse
3	Magnetkern
4	Federelement
5	Magnetanker
6	Feder
7	Ventilschließglied
8	Ventilsitz
9	Druckmittelkanal
10	Führungshülse
11	Ventilspule
12	Jochring
13	Plattenfilter
14	Stößelzentrierkörper
15	Ringfilter
X	Magnetankerhub (Arbeitshub)
FM	Magnetkraft
I	Ventilspulenstrom
s	Ventilhub
p	Druck
Fs	Stößelkraft
Ff	Federkraft

**Patentansprüche**

1. Elektromagnetventil, insbesondere für Kraftfahrzeug-Radschlupfregelsysteme, mit einem Ventilgehäuse, in dem ein Ventilschließglied beweglich geführt ist, mit einem an Ventilschließglied angebrachten Magnetanker, der in Abhängigkeit von der elektromagnetischen Erregung eine am Ventilgehäuse angebrachte Ventilschließspule eine Hubbewegung in Richtung eines im Ventilgehäuse angeordneten Magnetkerns vollzieht sowie mit einer Feder, die in der elektromagnetisch nicht erregten Ventilstellung den Magnetanker in einem definierten Axialabstand vom Magnetkern positioniert, so dass der Magnetanker vom Magnetkern durch einen Zwischenraum getrennt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass zusätzlich zur Feder (6) ein Federelement (4) auf den Magnetanker (5) einwirkt, das einen nicht linearen, vorzugsweise progressiven Kennlinienverlauf aufweist, wobei das Federelement (4) der Magnetkraft (FM) entgegenwirkt.
2. Elektromagnetventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Federelement (4) zwischen der Stirnfläche des Magnetankers (5) und der Stirnfläche des Magnetkerns (3) eingefügt ist.
3. Elektromagnetventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Magnetkern (3) und der Magnetanker (5) entweder konvex oder konkav geformte, parallele Stirnflächen aufweisen, zwischen denen ein vorzugsweise plattenförmiges Federelement (4) über einen Hebelarm jeweils an den erhabenen Stellen der Stirnflächen anliegt.

- 14 -

4. Elektromagnetventil nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Federelement (4) als Ringscheibe ausgeführt ist, die in der elektromagnetisch nicht erregten Ventilschaltstellung mit ihren Profilinnen- und außenkanten an der erhabenen Stirnfläche des Magnetkerns (3) und an der erhabenen Stirnfläche des Magnetankers (5) anliegt.
5. Elektromagnetventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Federelement (4), die Feder (6), der Magnetkern (3) und der Magnetanker (5) coaxial zur Ventillängsachse ausgerichtet sind.
6. Elektromagnetventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Federelement (4) in der elektromagnetisch nicht erregten Ventilschaltstellung vorgespannt zwischen dem Magnetkern und dem Magnetanker (5) angeordnet ist.
7. Elektromagnetventil nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Federelement (4) aus einem den Magnetfluss leitenden, insbesondere ferritischen Werkstoff besteht.
8. Elektromagnetventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Federelement (4) aus einer Tellerfeder besteht, die zwischen horizontalen, parallel zueinander verlaufenden Stirnflächen des Magnetkerns (3) und des Magnetankers (5) angeordnet ist.
9. Elektromagnetventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Federelement (4) als Ringscheibe aus-



- 15 -

geführt ist, das in der Scheibenmitte von der Feder (6) durchdrungen ist, die einen linearen Kennlinienverlauf aufweist.

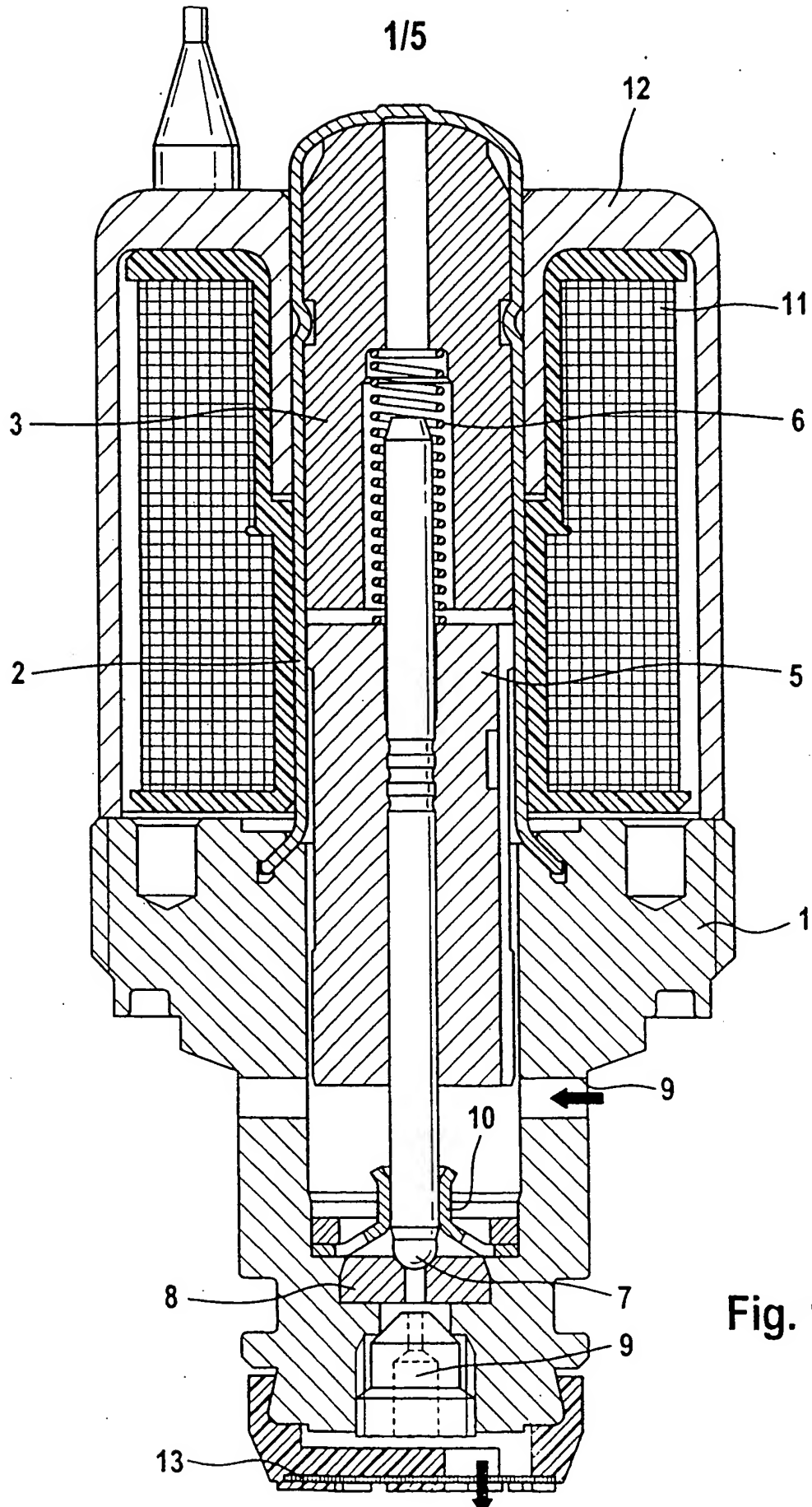


Fig. 1

2/5

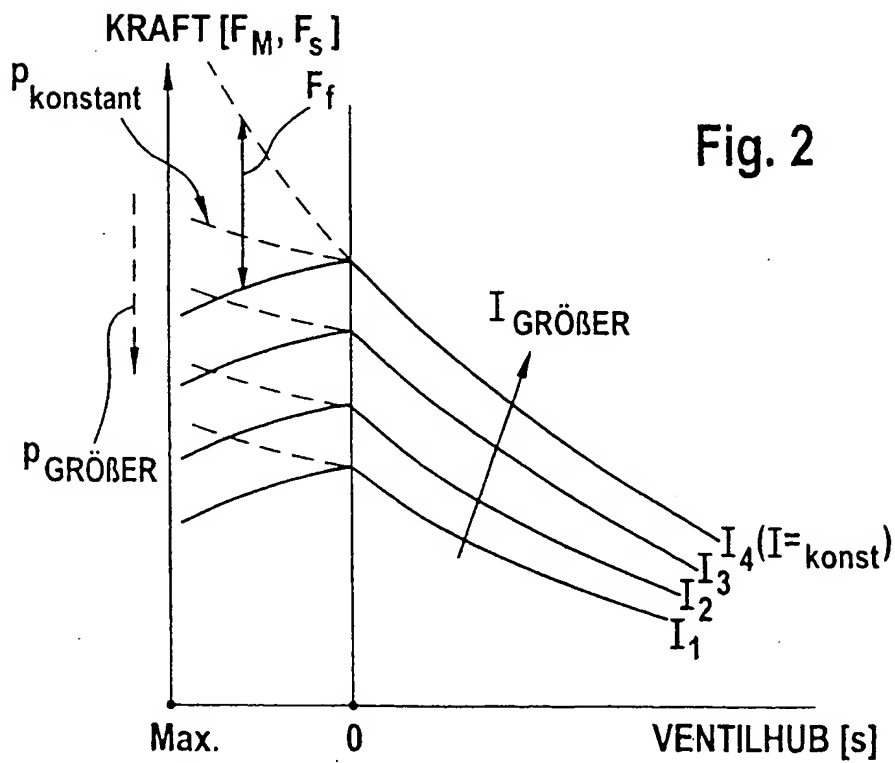
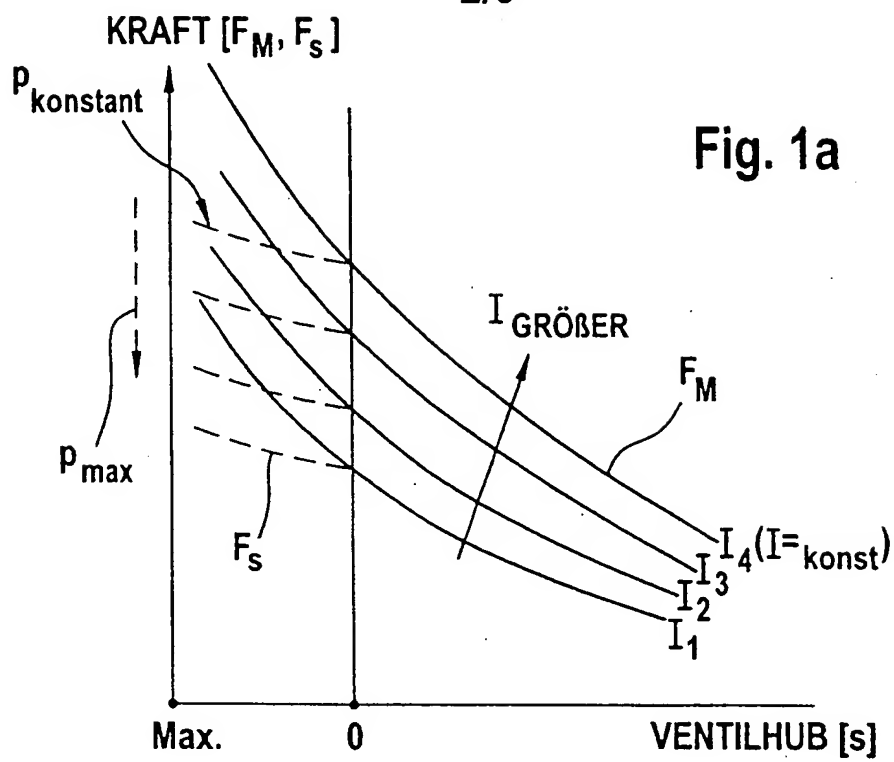


Fig. 2a

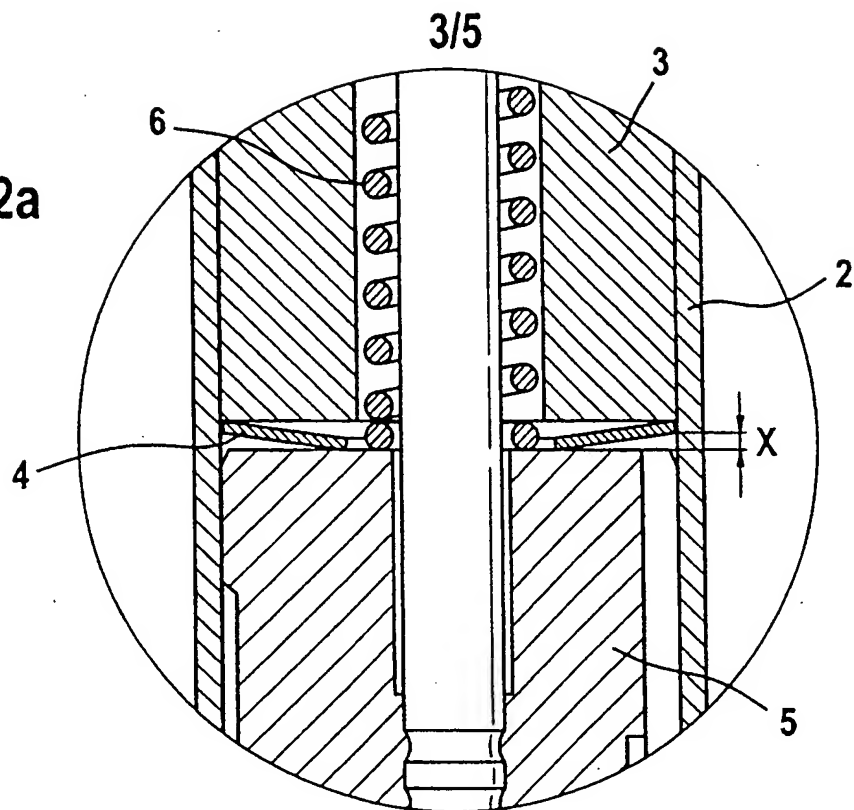
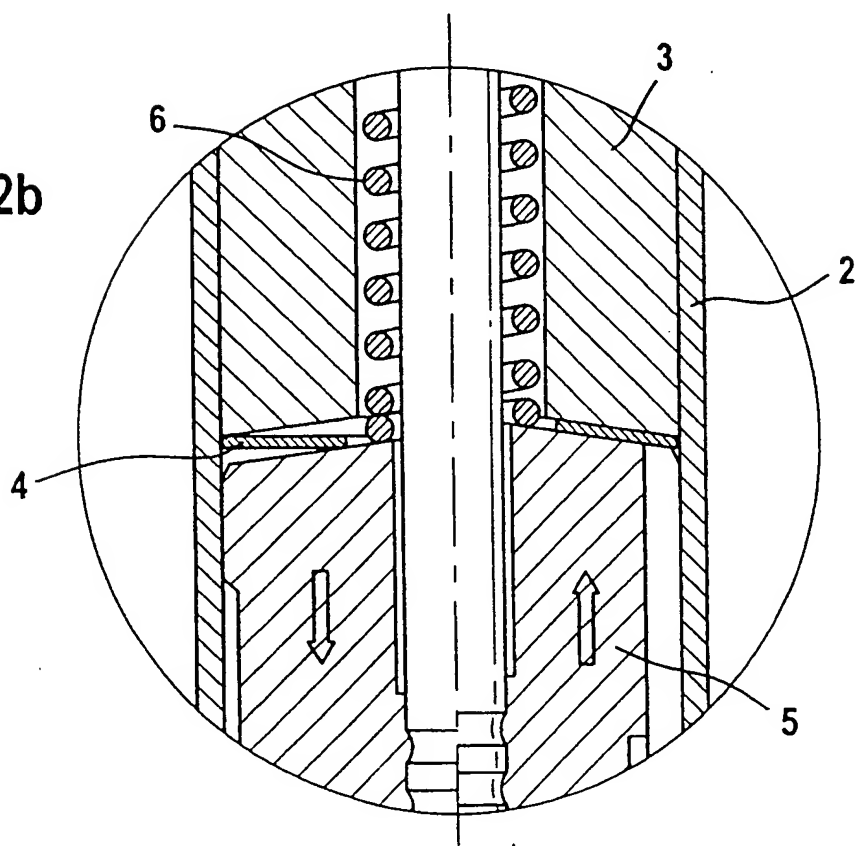


Fig. 2b



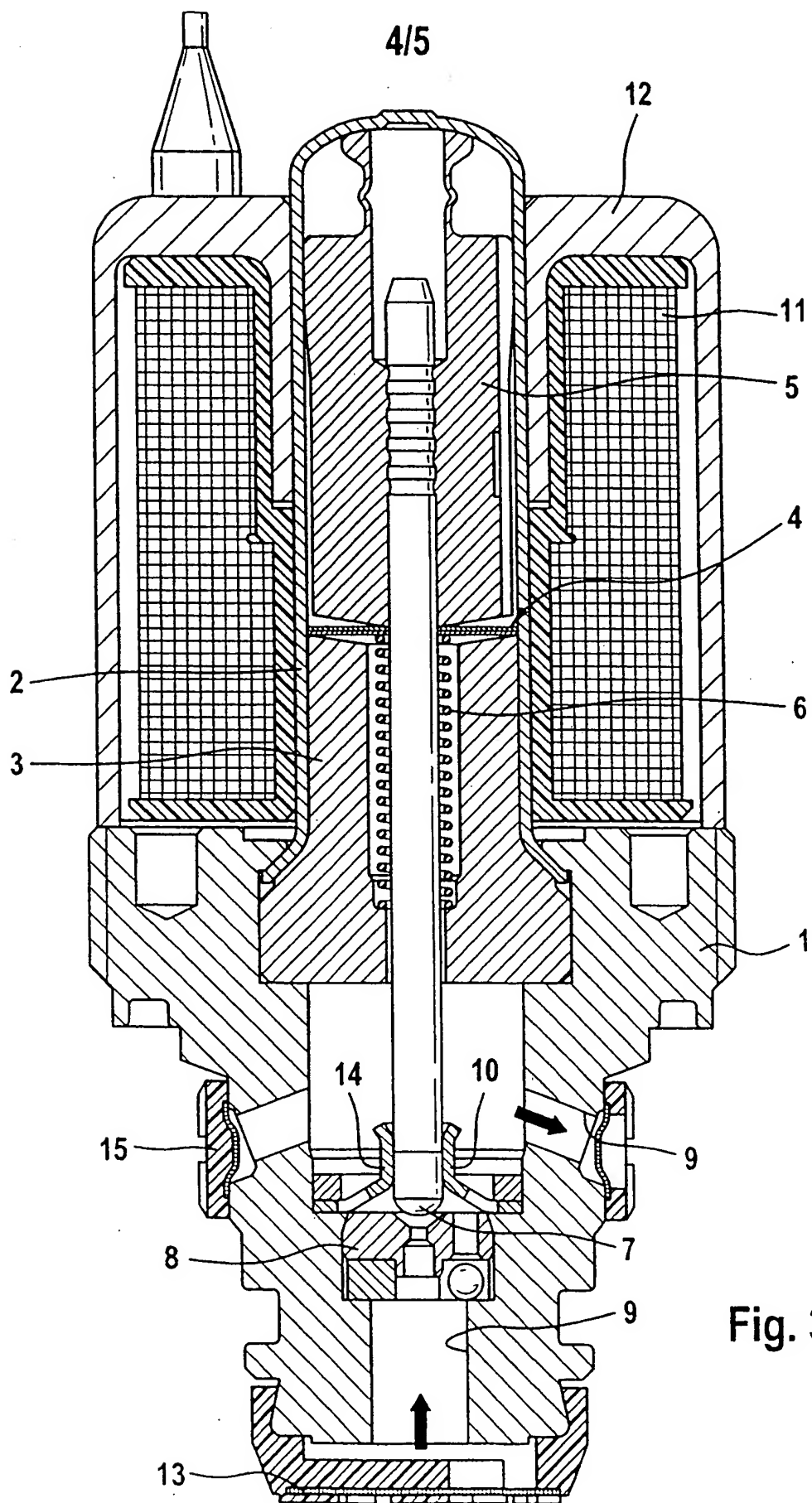
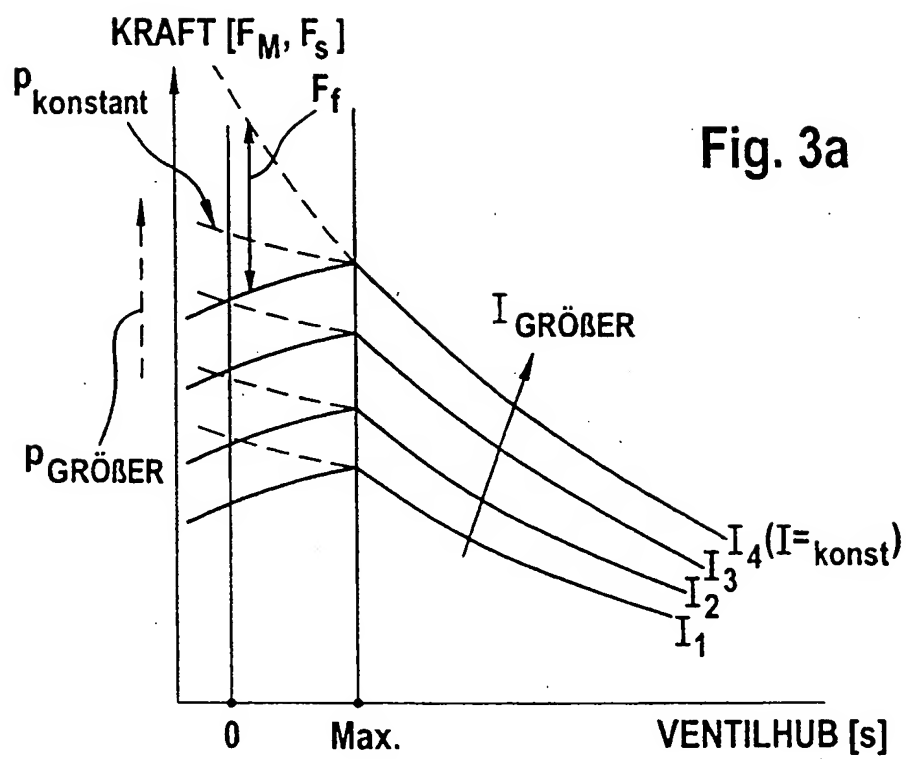


Fig. 3

5/5



<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7 B60T8/36 F16K31/06 H01F7/16		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 B60T F16K H01F F15B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 195 02 671 A (MANNESMANN AG) 1 August 1996 (1996-08-01) column 1, line 3 - line 28 column 3, line 6 - line 23 column 3, line 33 - line 62 figure 1	1,2,5-8
X	DE 297 23 707 U (MANNESMANN AG) 7 January 1999 (1999-01-07) page 5, line 10 - line 18; claims 5-7; figure 1	1,2,5-8
A	DE 42 44 444 A (MANNESMANN AG) 7 July 1994 (1994-07-07) column 1, line 3 - line 51 column 2, line 51 - line 61 column 3, line 20 - line 31 claims 1,3-6; figures 1,2,5	1,2,5-8
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
26 January 2001		06/02/2001
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Meijs, P

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 626 711 A (KOEHLER GERARD) 4 August 1989 (1989-08-04) page 6, line 17 - line 21 page 6, line 29 - line 34; figure 1 -----	1-5,9
A	WO 93 08051 A (TEVES GMBH ALFRED) 29 April 1993 (1993-04-29) page 4, paragraph 1 -page 5, paragraph 2; figure -----	1,3
A	US 3 653 630 A (RITSEMA IRVING R) 4 April 1972 (1972-04-04) abstract; figures -----	



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

on patent family members

Interr Application No

PCT, 00/11178

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19502671 A	01-08-1996	DE 29521959 U	26-11-1998
DE 29723707 U	07-01-1999	NONE	
DE 4244444 A	07-07-1994	DE 9218988 U	07-11-1996
FR 2626711 A	04-08-1989	NONE	
WO 9308051 A	29-04-1993	DE 4135232 A	29-04-1993
		DE 59202759 D	03-08-1995
		EP 0608276 A	03-08-1994
		JP 7503299 T	06-04-1995
		US 5443309 A	22-08-1995
US 3653630 A	04-04-1972	FR 2100333 A	17-03-1972
		JP 55010795 B	19-03-1980

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 B60T8/36 F16K31/06 H01F7/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B60T F16K H01F F15B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehorende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 195 02 671 A (MANNESMANN AG) 1. August 1996 (1996-08-01) Spalte 1, Zeile 3 - Zeile 28 Spalte 3, Zeile 6 - Zeile 23 Spalte 3, Zeile 33 - Zeile 62 Abbildung 1	1,2,5-8
X	DE 297 23 707 U (MANNESMANN AG) 7. Januar 1999 (1999-01-07) Seite 5, Zeile 10 - Zeile 18; Ansprüche 5-7; Abbildung 1	1,2,5-8
A	DE 42 44 444 A (MANNESMANN AG) 7. Juli 1994 (1994-07-07) Spalte 1, Zeile 3 - Zeile 51 Spalte 2, Zeile 51 - Zeile 61 Spalte 3, Zeile 20 - Zeile 31 Ansprüche 1,3-6; Abbildungen 1,2,5	1,2,5-8
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*S\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

26. Januar 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06/02/2001

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Meijs, P

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
A	FR 2 626 711 A (KOEHLER GERARD) 4. August 1989 (1989-08-04) Seite 6, Zeile 17 - Zeile 21 Seite 6, Zeile 29 - Zeile 34; Abbildung 1 ---	1-5,9
A	WO 93 08051 A (TEVES GMBH ALFRED) 29. April 1993 (1993-04-29) Seite 4, Absatz 1 -Seite 5, Absatz 2; Abbildung ---	1,3
A	US 3 653 630 A (RITSEMA IRVING R) 4. April 1972 (1972-04-04) Zusammenfassung; Abbildungen -----	

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichung... d... selben Patentfamilie gehören

Intern... des Aktenzeichen

PCT/... 00/11178

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19502671 A	01-08-1996	DE 29521959 U	26-11-1998
DE 29723707 U	07-01-1999	KEINE	
DE 4244444 A	07-07-1994	DE 9218988 U	07-11-1996
FR 2626711 A	04-08-1989	KEINE	
WO 9308051 A	29-04-1993	DE 4135232 A	29-04-1993
		DE 59202759 D	03-08-1995
		EP 0608276 A	03-08-1994
		JP 7503299 T	06-04-1995
		US 5443309 A	22-08-1995
US 3653630 A	04-04-1972	FR 2100333 A	17-03-1972
		JP 55010795 B	19-03-1980

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**